

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



<b>TRANSMITTAL FORM</b>  <i>(to be used for all correspondence after initial filing)</i>	Application Number	10/797,814	
	Filing Date	March 10, 2004	
	First Named Inventor	Jorg-Reinhardt Kropp	
	Art Unit		
	Examiner Name		
Total Number of Pages in This Submission	36	Attorney Docket Number	MAIKP123US

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<div>Remarks</div>		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual	Thomas G. Eschweiler, Eschweiler & Associates, LLC National City Bank Building, 629 Euclid Avenue, Suite 1210 Cleveland, OH 44114
Signature	
Date	April 5, 2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 on this date: April 5, 2004			
Typed or printed	Christine Gillroy		
Signature		Date	April 5, 2004

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786-9199) and select option 2.

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 11 571.4

**Anmeldetag:** 10. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung

**IPC:** G 02 B, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Wallner'.

Wallner

## Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung.

5

Die Erfindung betrifft eine bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Es sind bidirektionale optische Module bekannt, welche auf einer Einmoden-Glasfaser in entgegengesetzter Richtung miteinander kommunizieren. Die Module bestehen aus einem Sendebau- und einem Empfangsbau- und einer optischen Anordnung, mit der die Strahlengänge überlagert bzw. aufgeteilt werden. Das vom Sendebau- und Element ausgesandte Licht weist in der Regel, jedoch nicht notwendigerweise, eine andere Wellenlänge als das vom Empfangsbau- und Element detektierte Licht auf. Beispielsweise emittiert das Sendebau- und Element Licht einer Wellenlänge von 1300 nm und detektiert das Empfangsbau- und Element Licht einer Wellenlänge von 1550 nm.

15

20

Ein Modul der genannten Art ist aus der WO 99/57594 A1 bekannt. Zur Teilung der Strahlenwege ist ein wellenlängenselektiv wirkender teildurchlässiger Spiegel vorgesehen, der unter einem Winkel von 45° im Strahlengang der Faser angeordnet ist und Licht einer Wellenlänge unter einem Winkel von 90° auskoppelt. Im Falle des Betriebs mit gleicher Wellenlänge wird statt eines wellenlängenselektiv wirkenden Spiegels ein teildurchlässiger Spiegel verwendet. Das bekannte bidirektionale Modul benötigt nachteilig eine relativ aufwendige optische und mechanische Aufbautechnik.

30

35

Im Automotiv-Bereich ist die Verwendung von Polymerfasern mit einem Durchmesser von 1 mm für eine bidirektionale Kommunikation mit gleicher Wellenlänge bekannt. Dabei werden bidirektionale Module mit einer relativ großen Empfangsdiode eingesetzt. Auf die Mitte der Empfangsdiode ist ein LED-Chip aufgesetzt. Durch den LED-Chip wird die Fotodiode zwar

teilweise abgeschattet, die Empfindlichkeit der Übertragungsqualität ist aber für Automotiv-Anwendungen ausreichend. Ein entsprechender Aufbau ist in der DE 100 64 599 A1 beschrieben.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung zur Verfügung zu stellen, die sich durch einen einfachen und kompakten Aufbau auszeichnet und hierzu ohne die Verwendung von

10 Interferenzfiltern und eines geknickten Strahlenganges auskommt. Anders als bei den aus dem Automotiv-Bereich bekannten Lösungen soll zusätzlich auch die Verwendung relativ kleiner Fotodioden möglich sein.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

20

Danach zeichnet sich die erfindungsgemäße Lösung dadurch aus, dass die Koppeloptik eine Beugungsstruktur umfasst, die Licht der ersten und der zweiten Wellenlänge unterschiedlich fokussiert. Das Sendebau- und das Empfangsbau- element sind neben- oder übereinander angeordnet. Das Sendebau- element liegt für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus der Beugungsstruktur, so dass vom Sendebau- element ausgestrahltes Licht der ersten Wellenlänge auf die Endfläche des Lichtwellenleiters abgebildet wird.

30

Die erfindungsgemäße Lösung beruht auf dem Gedanken, die Koppeloptik statt durch eine im Stand der Technik übliche lichtbrechende Struktur durch eine Beugungsstruktur zu bilden. Eine Beugungsstruktur bewirkt eine Lichtformung durch  
35 Interferenzeffekte. Die Lichtbeugung und eine Fokussierung des gebeugten Lichtes sind dabei naturgemäß stark wellenlängenabhängig. Die erfindungsgemäße Lösung sieht vor,

das Sendebauuelement in den Fokus der Beugungsstruktur für die ausgestrahlte Wellenlänge zu legen. Der Fokus der Beugungsstruktur für das Licht der empfangenen Wellenlänge liegt oberhalb, unterhalb oder neben dem Fokus des Lichtes für die ausgestrahlte Wellenlänge. Dabei ist es möglich, das Empfangsbauuelement neben oder auf dem Sendebauuelement anzuordnen. Insgesamt wird eine Anordnung zur Verfügung gestellt, die ohne einen geknickten Strahlengang und ohne gesonderte Interferenzfilter zur Separierung der einzelnen Strahlengänge auskommt und aufgrund der Anordnung von Sendebauuelement und Empfangsbauuelement neben- oder übereinander sehr kompakt ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Beugungsstruktur eine diffraktive Linse. Das Sendebauuelement liegt für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus der diffraktiven Linse. Das Empfangsbauuelement liegt dagegen für die Wellenlänge des empfangenen Lichtes außerhalb des Fokus der diffraktiven Linse, so dass vom Lichtwellenleiter abgestrahltes Licht der zweiten Wellenlänge in einem wieder aufgeweiteten Bereich (hinter dem Fokus) oder noch nicht fokussierten Bereich (vor dem Fokus) durch das Empfangsbauuelement erfasst wird. Das Sendebauuelement und das Empfangsbauuelement sind bei dieser Ausgestaltung bevorzugt hintereinander im Strahlengang angeordnet.

Eine diffraktive Linse im Sinne der Erfindung ist jede Linse, die eine Lichtformung durch Beugungs- bzw. Interferenzeffekte erreicht. Eine diffraktive Linse ist insbesondere eine sogenannte Fresnel-Linse, auch als „Fresnelsche Zonenplatte“ bezeichnet. Eine Fresnel-Linse weist eine Vielzahl von kreisförmigen Ringen auf, deren Abstand sich mit zunehmendem Radius reduziert. Fresnel-Linsen sind dem Fachmann bekannt und beispielsweise in Optical Engineering, Vol. 33, Februar 1994, Nr. 2, Seite 647-652: „Diffraction Microlenses with Antireflexion Coatings fabricated by Thin Film Deposition“ beschrieben.

Difffraktive Linsen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind auch holographische Linsen. Holographische Linsen umfassen dabei genau genommen auch Fresnel-Linsen, da letztere ein Hologramm einer Punktquelle darstellen.

5

Das Sendebauelement und das Empfangsbauelement sind bevorzugt derart hintereinander im Strahlengang angeordnet, dass das vom Sendebauelement ausgestrahlte Licht das

10

Empfangsbauelement durchstrahlt. Die Empfangsfläche des Empfangsbauelementes ist dabei im Vergleich zur Abstrahlfläche des Sendebauelementes bevorzugt wesentlich größer, insbesondere um mindestens einen Faktor 3. Durch die Verwendung einer vergleichsweise kleinen Abstrahlfläche wird sichergestellt, dass der zur Lichtdetektion nicht nutzbare

15

Teil des Empfangsbauelementes möglichst klein ist und dementsprechend die Empfindlichkeit des Empfangsbauelementes nur geringfügig beeinflusst wird. Da das Empfangsbauelement das zu detektierende Licht in einem nicht fokussierten Bereich erfasst, kann die Detektionsfläche auch relativ großflächig ausgebildet sein. Der nicht nutzbare, vom Licht des Sendeelementes durchstrahlte Bereich ist dann vernachlässigbar.

20

Es wird somit bevorzugt die Kombination von einem Sendebauelement mit einer kleinen Abstrahlfläche und einem Empfangsbauelement mit einer großen Empfangsfläche in dem Brennpunkt für die Wellenlänge des vom Sendebauelementes ausgesstrahlten Lichtes positioniert. Besitzt das Sendebauelement dabei eine kürzere Wellenlänge (z.B. 850 nm) als das vom Detektor empfangene Licht (z.B. 1300 nm), so wird die Kombination in den hinteren Brennpunkt gelegt. Das Licht der größeren Wellenlänge wird durch die Beugungsstruktur eher fokussiert und läuft dann wieder auseinander, so dass das Empfangsbauelement das zu detektierende Licht in einem wieder aufgeweiteten Bereich erfasst. Das Empfangsbauelement, das sich ebenfalls nahezu in der Ebene des Fokus für die vom Sendebauelement ausgestrahlte Wellenlänge befindet,

30

35

jedenfalls außerhalb des Fokus für die Wellenlänge des zu detektierenden Lichts, ist dabei aber groß genug, um die schon etwas aufgeweitete Strahlung aus dem Lichtwellenleiter vollständig oder nahezu vollständig zu detektieren.

5

Strahlt das Sendebauelement die längerwellige Strahlung ab, so wird die Kombination von Sende- und Empfangsbauelement in die vordere Brennweitebene gelegt. Die zu detektierende Strahlung des Lichtwellenleiters mit der kürzeren Wellenlänge ist dann in der Ebene, in der sich Sendebauelement und Empfangsbauelement befinden, noch nicht fokussiert und fällt ebenfalls großflächig auf das Empfangsbauelement.

10

15

Es wird darauf hingewiesen, dass auch andere Anordnungen im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen. Beispielsweise kann alternativ vorgesehen sein, dass das Sendebauelement sich vor dem Empfangsbauelement befindet. Das Sendebauelement strahlt dabei die längerwellige Strahlung ab ist in die vordere Brennweitebene gelegt, die näher an der Beugungsstruktur liegt. Das Empfangsbauelement, dass die kurzwelligere Strahlung detektiert, befindet sich dagegen dahinter dem Sendebauelement. Es kann sich unmittelbar hinter dem Sendebauelement befinden, aber auch im hinteren Fokus für die kürzere Wellenlänge. Da das zu detektierende Licht in der vorderen Brennweitebene noch nicht fokussiert ist, ist der Anteil des zu detektierenden Lichts, der durch das Sendebauelement blockiert wird, gering, so dass die Empfindlichkeit des Empfangsbauelements kaum reduziert wird.

20

30

Es ist aber bevorzugt vorgesehen, dass das vom Sendebauelement ausgestrahlte Licht das Empfangsbauelement durchstrahlt. Sofern das Empfangsbauelement unempfindlich und transparent für die ausgesandte Wellenlänge des Sendebauelementes ist, wird das Empfangsbauelement ohne weitere Maßnahmen von der Strahlung des Sendebauelementes durchdrungen.

35



Sofern das Substrat des Empfangsbauelementes zwar transparent für die Senderstrahlung ist, die Empfangsfläche (der aktive Bereich) des Empfangsbauelementes diese Strahlung jedoch absorbiert und empfindlich für sie ist, wird bevorzugt ein Bereich kleinen Durchmessers in der Empfangsfläche des Empfangsbauelementes freigehalten für den Strahlungsdurchtritt des darunter liegenden Sendebauelementes.

Sofern das Substrat des Empfangsbauelementes nicht transparent für die Strahlung des Sendebauelementes ist, so wird bevorzugt eine kleine Öffnung in dem Empfangsbauelement ausgebildet, durch den das vom Sendebauelement ausgestrahlte Licht tritt.

Das Empfangsbauelement wird bevorzugt direkt auf das Sendebauelement montiert, insbesondere durch Flip-Chip-Montage oder Klebung. Das Sendebauelement emittiert wie oben beschrieben durch das Empfangsbauelement hindurch, wobei die emittierte Strahlung aufgrund des Umstandes, dass das Sendebauelement im Fokus der Beugungsstruktur liegt, unmittelbar auf die Endfläche und dort auf einen kleinen Einkoppelbereich des Lichtwellenleiters abgebildet wird.

Die vorliegende Erfindung sieht in einer bevorzugten Ausgestaltung somit den Einsatz eines relativ großflächigen Empfangsbauelements mit einem kleinen lokalen Durchlassbereich vor, durch den das vom Sendebauelement ausgestrahlte Licht tritt. Die Empfindlichkeit des Empfangsbauelementes wird aufgrund der im Vergleich zur Austrittsfläche des Sendebauelementes wesentlich größeren Empfangsfläche kaum reduziert. Hierfür ist es natürlich auch erforderlich, dass das Empfangsbauelement nicht nur eine größere Empfangsfläche aufweist, sondern dass das von der Stirnfläche des Lichtwellenleiters ausgestrahlte Licht auch auf einen vergleichsweise großen Bereich der Empfangsfläche abgebildet wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die

Empfangsfläche anders als die Austrittsfläche des Sendebau-elementes für die betrachtete Wellenlänge nicht im Fokus der Beugungsstruktur der Koppelloptik liegt, so dass das Empfangsbau-element das vom Lichtwellenleiter abgestrahlte

5 Licht in einem wieder aufgeweiteten oder noch nicht fokussierten Bereich erfasst. Gleichzeitig wird eine präzise Einkopplung des Sendelichts in den Lichtwellenleiter gewährleistet, da das Sendebau-element sich für die Wellenlänge des emittierten Lichtes im Fokus der

10 Beugungsstruktur befindet.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung besteht die Beugungsstruktur aus einem optischen Gitter in Kombination mit einer refraktiven Linse bzw.

15 Linsen-anordnung oder aus einer nicht symmetrischen diffraktiven Linse. Dabei wird das ausgesandte und das empfangene Licht unter unterschiedlichen Winkeln abgelenkt. Dies erlaubt es, das Sendebau-element und das Empfangsbau-element nebeneinander anzuordnen, wobei

20 grundsätzlich das Empfangsbau-element auch zusätzlich in vertikaler Richtung versetzt zum Sendebau-element angeordnet sein kann.

Bei Verwendung einer Beugungsstruktur aus einem optischen Gitter in Kombination mit einer refraktiven Linse bewirkt das optische Gitter eine wellenlängenabhängige Ablenkung des Lichts, während die refraktive Linse eine Lichtformung bzw. Lichtbündelung bereitstellt. Ein optisches Gitter ist dabei ein Gitter mit äquidistanten Spalten eines bestimmten

30 Abstandes.

Eine Lichtablenkung unter unterschiedlichen Winkeln wird auch mit einer nicht symmetrischen diffraktiven Linse erzielt, d.h. einer diffraktiven Linse, bei der die einzelnen Zonen

35 nicht zentrisch um einen Mittelpunkt verlaufen. Eine solche diffraktive Linse erzeugt neben einer Fokussierung eine Lichtablenkung.

Da Licht unterschiedlicher Wellenlängen unterschiedlich abgelenkt wird, ist es möglich, Sendebau- und Empfangsbau- elemente nebeneinander anzuordnen, wobei sowohl das  
5 Sendebau- und Empfangsbau- element für die Wellenlänge des ausgestrahlten Lichtes als auch das Empfangsbau- element für die Wellenlänge des empfangenen Lichtes im Fokus der Beugungsstruktur liegen. Zur Vergrößerung der vom empfangenen Licht ausgestrahlten Fläche des Empfangsbau- elementes kann es jedoch auch sinnvoll  
10 sein, das Empfangsbau- element vor oder hinter der Fokusebene anzuordnen.

Bei Verwendung einer Beugungsstruktur, die das ausgesandte und empfangene Licht unter unterschiedlichen Winkeln ablenkt,  
15 weist der Lichtwellenleiter bevorzugt eine zur Lichtwellenleiterachse geneigte Stirnfläche auf, so dass das zu detektierende Licht winklig zur Lichtwellenleiterachse von der Stirnfläche abgestrahlt wird. Grundsätzlich kann eine winklige Abstrahlung dabei auch anders erreicht werden. Das  
20 Abbildungssystem mit der Beugungsstruktur ist seitlich versetzt zur Lichtwellenleiterachse angeordnet, so dass das Licht schräg auf die Beugungsstruktur fällt und dann wellenlängenabhängig unter unterschiedlichen Winkeln abgelenkt wird. Wie bereits erläutert, ist es dadurch  
möglich, Sendebau- und Empfangsbau- elemente nebeneinander anzuordnen.

Die Beugungsstruktur ist bevorzugt derart im Strahlengang angeordnet, dass das vom Sendebau- element ausgestrahlte Licht  
30 zwischen Sendebau- und Empfangsbau- element und Beugungsstruktur im wesentlichen parallel zur Lichtwellenleiterachse verläuft. Dies ermöglicht die Verwendung einfacher Geometrien, bei denen das ausgestrahlte Licht vertikal nach oben abgestrahlt wird, beispielsweise durch eine vertikal emittierende Laserdiode.

35

Bei Ausbildung der Beugungsstruktur durch ein optisches Gitter in Kombination mit einer refraktiven Linse bzw.

Linse  
Linsenanordnung ist bevorzugt eine plan-konvexe Linse vorgesehen, bei der das optische Gitter auf der planen Seite ausgebildet ist. Ebenso kann das optische Gitter auf einem gesonderten Teil ausgebildet sein, das dann an der planen  
5 Seite der plan-konvexen Linse angeordnet wird.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird ein Substrat mit einer ersten, einem anzukoppelnden Lichtwellenleiter zugewandten Fläche und einer zweiten, dazu  
10 im wesentlichen parallelen Fläche bereitgestellt. Die Beugungsstruktur wird dabei an der ersten Fläche ausgebildet oder angeordnet. Die Kombination von Sendebau- und Empfangsbau-  
15 element wird an der zweiten Fläche angeordnet. Auf diese Weise wird eine kompakte Anordnung der einzelnen Elemente der erfindungsgemäßen Einrichtung bereitgestellt. In Weiterbildungen ist die Kombination von Sendebau- und Empfangsbau-  
element mit einer Vergussmasse umhüllt, um die Bauelemente gegenüber äußeren Einflüssen zu schützen.

20 Die Kompaktheit der Anordnung wird weiter erhöht, wenn die erste Fläche des Substrats mit einem Führungselement zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters verbunden ist, so dass ein solcher Lichtwellenleiter in einfacher Weise ankoppelbar ist.

25 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1 schematisch den grundlegenden Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels einer bidirektionalen Send- und Empfangseinrichtung;

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der Anordnung von Sendebau- und Empfangsbau-  
35 element bei der Send- und Empfangseinrichtung gemäß Figur 1;

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der Anordnung von Sendebau- und Empfangselement bei der Sende- und Empfangseinrichtung gemäß Figur 1;

5    Fgiur 4 die Anordnung gemäß Figur 1 zusammen mit einem Leadframe und einem Führungselement zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters;

10    Figur 5 schematisch den grundlegenden Aufbau ein zweites Ausführungsbeispiel einer bidirektionalen Sende- und Empfangseinrichtung;

Figur 6 ein konkretes Ausführungsbeispiel einer Anordnung gemäß Figur 5;

15    Figur 7 einen zentrischen Strahlengang einer Fresnel-Linse bei Wellenlänge von 1300 nm und 1550 nm;

20    Figur 8 den Strahlengang einer Fesnel-Linse bei Wellenlängen von 1300 nm und 1550 nm, wobei das abzubildende Objekt in geringem radialen Abstand von der Linsenmitte angeordnet ist;

25    Figur 9 den Strahlengang einer Fresnel-Linse bei Wellenlängen von 1300 nm und 1550 nm, wobei das abzubildende Objekt in größerem radialen Abstand von Linsenmitte angeordnet ist und

30    Figur 10 ein Ausführungsbeispiel einer nicht symmetrischen Fresnel-Linse.

Die Figur 1 zeigt schematisch den grundsätzlichen Aufbau einer bidirektionalen Sende- und Empfangseinrichtung, bei der das Sendebau- und das Empfangselement hintereinander  
35 im Strahlengang angeordnet sind.

Die Einrichtung weist in linearer Anordnung ein Sendebau-  
element 1, ein Empfangsbau-  
element 2, eine diffraktive  
Linse 3 und einen Lichtwellenleiter 4 auf, wobei das vom  
Sendebau-  
element 1 ausgestrahlte Licht in den  
5 Lichtwellenleiter 4 einzukoppeln und vom Lichtwellenleiter 4  
empfangenes Licht auf das Empfangsbau-  
element 2 bzw. dessen  
Empfangsfläche abzubilden sind.

Die diffraktive Linse 3 ist in dem dargestellten  
10 Ausführungsbeispiel auf der einen Seite 51 eines Substrats 5  
mit parallelen Seitenflächen 51, 52 ausgebildet. Alternativ  
kann die diffraktive Linse 3 auch auf einem gesonderten  
Träger ausgebildet sein, das dann an der einen Seitenfläche  
15 51 befestigt wird. An der der Seitenfläche 51 mit der  
diffraktiven Linse 3 gegenüberliegenden Seitenfläche 52 sind  
das Sendebau-  
element 1 und das Empfangsbau-  
element 2  
angeordnet. Hierdurch wird ein besonders kompakter Aufbau  
bereitgestellt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die  
Anordnung der diffraktiven Linse 3 sowie des  
20 Sendebau-  
elementes 1 und des Empfangsbau-  
elementes 2 an einem  
Substratträger 5 nur beispielhaft zu verstehen und keineswegs  
wesentlich für den beschriebenen Aufbau sind.

Die diffraktive Linse 3 ist als Fresnel-Linse ausgebildet.  
25 Als solche bewirkt sie eine Fokussierung des vom  
Lichtwellenleiter 4 ausgesandten Lichtes bzw. des vom  
Sendebau-  
element 1 ausgesandten Lichtes durch Lichtbeugung und  
nicht durch Lichtbrechung. Bei einer diffraktiven Linse  
erfolgt eine Lichtfokussierung in starker Abhängigkeit von  
30 der Wellenlänge, wesentlich stärker, als dies bei einer  
refraktiven Linse der Fall wäre.

Dies führt dazu, dass die Brennweite der Fresnel-Linse 3  
stark von der Wellenlänge der durchtretenden Strahlung  
35 abhängt. Dieser Sachverhalt ist in den Figuren 7 bis 9 für  
mehrere Ausführungsbeispiele näher dargestellt.

Zunächst sei Figur 7 betrachtet. Auf der Abzisse ist der Abstand von einer Fresnel-Linse angegeben. Die Fresnel-Linse befindet sich bei „Null“. Die Ordinate gibt den radialen Abstand von der Linsenmitte an. Der Strahlengang ist für zwei Wellenlängen von 1300 nm (durchgezogene Linie) und 1550 nm (gestrichelte Linie) dargestellt. Das längerwellige Licht wird eher fokussiert und weist eine kleinere Brennweite B1 auf. Das kurzwelligere Licht weist demgegenüber eine größere Brennweite B2 auf.

10 In Figur 8 ist der betrachtete Punkt, von dem Strahlung ausgesandt wird, um ca. 30  $\mu\text{m}$  gegenüber der Linsenmitte versetzt. Die beiden Brennpunkte B1', B2' für die beiden Wellenlängen befinden sich wiederum in unterschiedlichem Abstand von der Linse. Zusätzlich liegt ein geringfügiger radialer Versatz vor. In Figur 9 befindet sich der Punkt, von dem Lichtwellen ausgesandt werden, in einem vergrößerten radialen Abstand von ca. 80  $\mu\text{m}$  von der Linsenmitte. Erneut sind die beiden Brennpunkte B1'' und B2'' unterschiedlich von der Linse beabstandet und zusätzlich radial versetzt. Der Fokus der Fresnel-Linse ist somit stark von der Wellenlänge des durchstrahlten Lichtes abhängig.

25 Es wird darauf hingewiesen, dass die in den Figuren 7 bis 9 dargestellten Verhältnisse nicht schematisch, sondern errechnet sind.

30 Gemäß Figur 1 ist das Sendebauelement 1 nun derart in Bezug auf die Fresnel-Linse 3 angeordnet, dass es für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus B2 der Fresnel-Linse 3 liegt. Dementsprechend wird von der Fresnel-Linse 3 ausgestrahltes Licht unmittelbar auf die Endfläche 42 des Lichtwellenleiters 4 abgebildet.

35 Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 besitzt das vom Sendebauelement 1 ausgesandte Licht eine geringere Wellenlänge als das vom Empfangsbauelement 2 detektierte

Licht. Beispielsweise besitzt das ausgesandte Licht eine Wellenlänge von 850 nm, während das vom Empfangsbauelement 2 empfangene Licht eine Wellenlänge von 1300 nm besitzt. Dementsprechend befindet sich der Fokus B1 für das empfangene Licht vor (oberhalb) des Fokus B2 für das kurzwelligere Licht, an dem wie erläutert das Sendebauelement angeordnet ist. Da das Empfangsbauelement 2 im wesentlichen in der gleichen Ebene angeordnet ist wie das Sendebauelement 1, führt dies nun dazu, dass das vom Empfangsbauelement 2 detektierte Licht in einem Bereich detektiert wird, der hinter dem Fokus B1 liegt. Das empfangene Licht ist in diesem Bereich dementsprechend wieder etwas aufgeweitet. Dieser aufgeweitete Bereich, der innerhalb der Empfangsfläche des Empfangsbauelements 2 liegen sollte, ist in der Figur 7 mit X gekennzeichnet.

Es ist nun vorgesehen, dass das Empfangsbauelement 2 eine Empfangsfläche ausreichender Größe besitzt, um die aufgeweitete Strahlung des empfangenen Lichtes vollständig zu erfassen. Die Aufweitung weist dabei den Vorteil auf, dass der Bereich des Empfangsbauelementes 2, durch den das vom unterhalb des Empfangsbauelementes 2 ausgesandte Licht des Sendebauelementes 1 tritt, im Vergleich zur Gesamtfläche, die Licht detektiert, gering ist. Der Empfindlichkeitsausfall ist daher gering.

Es werden somit in geschickter Weise die unterschiedlichen Brennweiten für verschiedene Wellenlängen der diffraktiven Linse 3 dahingehend ausgenutzt, dass das Sendebauelement 1 im Fokus B2 der diffraktiven Linse 3 liegt, so dass das ausgesandte Licht präzise in den Lichtwellenleiter 4 eingekoppelt wird, während die Empfangsfläche des Empfangsbauelementes 2 sich außerhalb des Fokus B1 des empfangenen Lichtes befindet und dementsprechend einen etwas aufgeweiteten Strahlenbereich des empfangenen Lichtes erfasst.



Diese Ausgestaltung ermöglicht es unter anderem, die Anordnung auch mit Lichtwellenleitern kleinen Durchmesser, insbesondere auch mit Single-Mode-Lichtwellenleitern zu benutzen. Eine präzise Lichteinkopplung wird ebenso  
5 gewährleistet wie eine Detektion des empfangenen Lichtes im wesentlichen ohne Einbuße an Empfindlichkeit. Die Anordnung kann jedoch natürlich auch mit Lichtwellenleitern großen Durchmessers, insbesondere sogenannten POF (Plastic Optical Fibers)-Wellenleitern eingesetzt werden kann.

10 Sofern das Sendebauelement 1 die längerwellige Strahlung aussendet, wird die Kombination von Sendebauelement 1 und Empfangsbauelement 2 in den vorderen Brennpunkt B1 gelegt. Wie sich etwa aus der Figur 7 ergibt, ist die kurzwelligere,  
15 zu detektierende Strahlung in diesen Bereich noch nicht fokussiert und fällt dementsprechend wiederum großflächig auf die Empfangsfläche des Empfangsbauelementes.

Die Figur 2 zeigt in größerem Detail eine mögliche Chip-Kombination von Sendebauelement 1 und Empfangsbauelement 2.  
20 Das Sendebauelement 1 ist als vertikal emittierende Laserdiode mit einer lichtemittierenden Fläche 10 ausgebildet und in geeigneter Weise kontaktiert (nicht dargestellt). Ebenso kann eine kantenemittierende Laserdiode mit einer  
25 Umlenkoptik verwendet werden. Das Empfangsbauelement 2 ist eine Fotodiode mit einer lichtempfindlichen Fläche 21. Die Fotodiode 2 ist direkt mittels Flip-Chip-Kontakten 16 mit Lot (oder alternativ durch Klebung) auf dem Sendebauelement 1 angeordnet. Auf der Rückseite der Laserdiode 1 befindet sich  
30 eine Monitordiode 6 mit einer lichtempfindlichen Fläche 61. Die Laserdiode 1 und die Monitordiode 6 sind über einen Kleber 8 miteinander verbunden.

35 Sofern sowohl das Substrat der Fotodiode 2 als auch die lichtempfindliche Fläche 21 der Fotodiode 2 für das vom Laser 1 ausgesandte Licht transparent sind, kann die Durchstrahlung der Fotodiode 2 mit dem Licht der Laserdiode 1 ohne weitere

Maßnahmen erfolgen. Wenn zwar das Substrat der Fotodiode 2 für die vom Sendeelement 1 ausgestrahlte Strahlung transparent ist, der aktive Bereich 21 der Fotodiode das ausgestrahlte Licht jedoch absorbiert und für dieses empfindlich ist, wird gemäß Figur 2 ein Bereich 22 kleinen Durchmessers in der Detektorfläche 22 für den Strahlungsdurchtritt der darunter liegenden Laserdiode 1 freigehalten. Dies erfolgt beispielsweise durch selektive Entfernung des aktiven Materials etwa mit Hilfe von Ätzung in diesem Bereich 22. Die freigelegten Schichten der Fotodiode 2 müssen nach der Freilegung in bekannter Weise passiviert werden, um eine Alterungsstabilität zu garantieren.

Sofern das Substrat der Fotodiode 2 nicht transparent ist für die Strahlung der Laserdiode 1, so ist für einen Lichtdurchtritt eine Öffnung in der Fotodiode 2 auszubilden. Eine entsprechende Öffnung 7 ist in der Figur 3 dargestellt. Die Öffnung 7 wird beispielsweise durch selektives Ätzen von der Rückseite bereitgestellt. Es liegt dann eine Chip-Kombination mit einem großflächigen Flip-Chip-montierten Detektor 2 vor, der in der Chipfläche eine optische Öffnung 7 für den Durchtritt des Lichts des Sendebauelements 1 aufweist.

In den Figuren 2 und 3 ist der freigehaltene bzw. ausgesparte Bereich 22, 7 relativ klein im Vergleich mit der lichtempfindlichen Fläche 21 des Detektors 2. Beispielsweise weist der freigehaltene bzw. ausgesparte Bereich 22, 7 bei einem Durchmesser der Empfangsfläche der Fotodiode von 200  $\mu\text{m}$  einen Durchmesser von 40  $\mu\text{m}$  auf, was einer Fläche von 4 % entspricht. Hierdurch liegt eine lediglich geringe Einbuße an Empfindlichkeit der Fotodiode 2 vor.

Die Verwendung eines nicht transparenten Substrats der Fotodiode 2 gemäß Figur 3 weist den Vorteil auf, dass die Fotodiode 2 lediglich geringfügig durch Streulicht

beeinflusst wird, das bei transparentem Substrat auf die lichtempfindliche Fläche 21 fallen kann.

Die Einrichtung der Figur 4 zeigt die Anordnung gemäß Figur 1 mit weiteren Elementen. Zur elektrischen Kontaktierung des Sendebauelementes 1 und des Empfangsbauelementes 2 ist ein Träger 9 für elektrische Leitungszuführungen vorgesehen, bei dem es sich insbesondere um ein Leadframe handelt. Das Sendebauelement 1 und das Empfangsbauelement 2 sind des weiteren durch eine Vergussmasse 15 geschützt. Auf der Oberseite des Substrats 5 ist ein Führungselement 11 angeordnet, das eine Aufnahmeöffnung 11a zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters 4 aufweist. Bei dem Lichtwellenleiter 4 handelt es sich beispielsweise um einen Single-Mode-Wellenleiter. Das Licht wird aus dem Kernbereich 41 von der Stirnseite 42 des Lichtwellenleiters ein- bzw. ausgekoppelt. Der Strahlengang entspricht dem Strahlengang gemäß Figur 1.

Es wird noch auf folgendes hingewiesen. Die Stirnfläche 42 des Lichtwellenleiters 4 ist in einem Abstand von der diffraktiven Linse 3 angeordnet, dass das von der Stirnfläche 42 austretende Licht durch die diffraktive Linse 3 gebündelt wird. Der wellenlängenabhängige Brennpunkt wird als Fokus B1, B2 bezeichnet. Der Begriff Fokus wird also zur Bezeichnung des Ortes bzw. des Abstandes von der Linse 3 verwendet, in dem das vom Lichtwellenleiter 4 ausgesandte Licht fokussiert wird bzw. in dem das Sendebauelement 1 liegt, damit dessen Licht auf den Lichtwellenleiter 4 abgebildet wird. Der Fokus ist der Ort der scharfen Abbildung. Als Fokus wird somit keinesfalls nur der Punkt bzw. Abstand bezeichnet, in dem paralleles Licht durch eine Linse fokussiert wird.

In einer alternativen Ausgestaltung der Figuren 1 und 4 ist das Sendebauelement 1 in den vorderen Fokus B1 gelegt. Das Sendebauelement sendet dann das längerwellige Licht aus. Das Empfangsbauelement 2, das kurzwelligeres Licht detektiert, befindet sich dahinter, etwa im Fokus B2. Da das zu

- detektierende Licht in der vorderen Brennweitebene B1 noch nicht fokussiert ist, ist der Anteil des zu detektierenden Lichts, der durch das Sendebaulement blockiert wird, gering, so dass die Empfindlichkeit des Empfangsbaulements kaum reduziert wird. Um zu vermeiden, dass das zu detektierende Licht auf das Sendebaulement fällt, kann unmittelbar vor diesem ein Filter für die Wellenlänge des zu detektierenden Lichts angeordnet sein.
- 10 In entsprechender Weise kann auch direkt auf dem Empfangsbaulement eine selektive Filterschicht angebracht sein, die das Licht des Sendebaulements zur Verminderung eines Übersprechens herausfiltert. Dies gilt für sämtliche beschriebenen Ausführungsbeispiele.
- 15 Die Figuren 5 und 6 zeigen ein alternatives Ausführungsbeispiel einer bidirektionalen Sende- und Empfangseinrichtung.
- 20 Als Koppeloptik zwischen einem Lichtwellenleiter 4 einerseits und einem Sendebaulement 1 sowie einem Empfangsbaulement 2 andererseits ist die Kombination eines optischen Gitters 12 mit einer refraktiven Linse 13 vorgesehen. Die refraktive Linse 13 ist dabei beispielsweise als plan-konvexe Linse ausgebildet, auf deren planen Seite sich das Gitter 12 befindet. Natürlich kann das Gitter 12 auch an einem separaten Teil ausgebildet und dann auf die Linse aufgesetzt sein.
- 25
- 30 Die Stirnfläche 42 des Lichtwellenleiters 4 ist um etwa  $8^\circ$  gegenüber der Senkrechten zur Wellenleiterachse 43 geneigt. Zur optimalen Aus- bzw. Einkopplung von Licht ist der Mittelpunktstrahl des ein- bzw. ausgekoppelten Lichtes 14 um etwa  $4^\circ$  zur Längsachse 43 des Lichtwellenleiters 4 geneigt.
- 35 Durch das Gitter 12 wird nun das schräg auftreffende Licht in Abhängigkeit von der Wellenlänge in unterschiedlichem Maße

abgelenkt. Abschließend erfolgt durch die refraktive Linse 13 eine Fokussierung des Lichts. Aufgrund der Ablenkung des Lichts unter unterschiedlichen Winkeln ist bei dieser Ausgestaltung vorgesehen, dass das lediglich schematisch dargestellte Sendebauelement 1 und das Empfangsbauelement 2 nebeneinander angeordnet sind. Beide liegen im Fokus der jeweiligen Strahlung. Bevorzugt sind Sendebauelement und Empfangsbauelement dicht nebeneinander angeordnet, besonders bevorzugt auf einem gemeinsamen Trägersubstrat, so dass eine besonders kompakte Anordnung vorliegt.

Es wird darauf hingewiesen, dass die refraktive Linse 13 für das Licht unterschiedlicher Wellenlängen zwar unterschiedliche Brennweiten bereitstellt, die Brennweiten der verschiedenen Wellenlängen weisen bei einer refraktiven Linse (anders als bei einer diffraktiven Linse) jedoch nur vergleichsweise geringe Unterschiede auf. Das Sendebauelement 1 und das Empfangsbauelement 2 können daher im wesentlichen nebeneinander angeordnet werden. Im Übrigen können durch die Wahl der Brennweite der refraktiven Linse 13 verschiedene Abstände der Foki für die einzelnen Wellenlängen realisiert werden. Auch können andere Geometrien der Wellenlängenseparation durch die Verwendung anderer Gitter erreicht werden.

Statt eines optischen Gitters 12 in Kombination mit einer refraktiven Linse 13 kann auch eine nicht symmetrische diffraktive Linse verwendet werden, die neben einer Fokussierung des Lichtes auch eine wellenlängenabhängige Lichtablenkung bereitstellt. Ein Beispiel für eine derartige nicht symmetrische diffraktive Linse 50 ist in Figur 10 schematisch dargestellt. Die nicht symmetrische Linse 50 entspricht einem exzentrischen Ausschnitt aus einer symmetrischen Fresnel-Linse. Dies kann anhand der Figur 9 weiter verdeutlicht werden. Die Linse der Figur 10 entspricht einem oberen Bereich der (bei „0“ angeordneten) Linse der Figur 9. Für den betrachteten Linsenbereich ist der Punkt,

von dem Lichtwellen ausgesandt werden, mittig angeordnet. Das Licht erfährt wellenlängenabhängig eine Fokussierung in die axial versetzten Punkte B1'' und B2'', die darüberhinaus radial versetzt sind, d.h. das Licht wird durch die Linse  
5 sowohl fokussiert als auch unterschiedlich abgelenkt.

Die Figur 6 zeigt die komplette Koppelanordnung des Ausführungsbeispiels der Figur 5. Die Kombination von Sendebau- und Empfangsbau- 2 ist auf einem Substrat 20 in einem hermetisch abgeschlossenen Gehäuse 30  
10 angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein an sich bekanntes TO (Transistor Outline)-Gehäuse mit einem Lichtaustrittsfenster 31. Grundsätzlich können jedoch auch beliebige andere Gehäuse eingesetzt werden.

15 Das Gehäuse 30 mit dem Sendebau- und dem Empfangsbau- 2 ist ebenso wie die Koppeloptik 12, 13 und der Lichtwellenleiter 4 an einem Träger 40 angeordnet, der drei zylindrische Bereiche 41, 42, 43 unterschiedlichen Durchmessers aufweist. In den ersten Bereich 41 wird das  
20 Gehäuse 30 eingesetzt. Der Übergang zwischen dem ersten Bereich 41 und dem zweiten Bereich 42 dient als Anschlag für die Koppeloptik 13. Der dritte Bereich 43 dient der Aufnahme eines Lichtwellenleiters 4, der beispielsweise als Stiftstummel ausgebildet ist, der an seinem nicht  
25 dargestellten Ende einen Stecker zur Verbindung mit einer Lichtleitfaser aufweist.

Auch die Anordnung der Figur 6 ist nur beispielhaft zu  
30 verstehen. Die Kombination von Sendebau- und Empfangsbau- 2 kann beispielsweise auch direkt auf einem Schaltungsträger aufgebracht sein, der ggf. zusätzlich die Ansteuerelektronik für das Sendebau- und/oder einen Vorverstärker für das Empfangsbau- 2 enthält. Der Träger  
35 40 der Figur 6 kann bei einer solchen Ausgestaltung dann nach einer geeigneten Justage direkt mit einem solchen Schaltungsträger verbunden sein.

Des weiteren ist auch die Ausgestaltung des Trägers 40  
lediglich beispielhaft zu verstehen. Die Koppeloptik und ein  
einzukoppelnder Wellenleiter können auch auf andere Weise  
5 geeignet positioniert werden.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf  
die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele. Wesentlich  
für die Erfindung ist allein, dass eine Separation des Lichts  
10 unterschiedlicher Wellenlängen mittels einer Beugungsstruktur  
erfolgt, wobei das Sendebaulement für die ausgesandte  
Wellenlänge in einem Fokus dieser Beugungsstruktur liegt.

## Patentansprüche

1. Bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung mit
- einem Sendebauэлеment (1) mit einer Abstrahlfläche (10) einer ersten Größe, das Licht einer ersten Wellenlänge aussendet,
  - einem Empfangsbauэлеment (2) mit einer Empfangsfläche (21) einer zweiten Größe, das Licht einer zweiten Wellenlänge empfängt, und
  - einer Koppeloptik (3; 12, 13; 50) zur Kopplung von Licht zwischen dem Sendebauэлеment (1) und dem Empfangsbauэлеment (2) einerseits und einem anzukoppelnden Lichtwellenleiter (4) andererseits,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- die Koppeloptik eine Beugungsstruktur (3, 12, 50) umfasst, die Licht der ersten und zweiten Wellenlänge unterschiedlich fokussiert, und
  - das Sendebauэлеment (1) und das Empfangsbauэлеment (2) neben- oder übereinander angeordnet sind,
  - wobei das Sendebauэлеment (1) für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus (B2) der Beugungsstruktur (3, 12, 50) liegt und vom Sendebauэлеment (1) ausgestrahltes Licht der ersten Wellenlänge auf die Endfläche (42) des Lichtwellenleiters (4) abgebildet wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beugungsstruktur eine diffraktive Linse (3) umfasst, wobei das Sendebauэлеment (1) für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus (B2) der Beugungsstruktur liegt, während das Empfangsbauэлеment (2) für die Wellenlänge des empfangenen Lichts außerhalb des Fokus der Beugungsstruktur (B1) liegt und vom Lichtwellenleiter (4) abgestrahltes Licht der zweiten Wellenlänge in einem wieder aufgeweiteten oder noch nicht fokussierten Bereich (X) erfasst.



3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendebauelement (1) und das Empfangsbauelement (2) hintereinander im Strahlengang angeordnet sind, wobei die Empfangsfläche (21) des Empfangsbauelements (2) im Vergleich zur Abstrahlfläche des Sendeelements (1) größer ist, insbesondere um mindestens einen Faktor drei.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Sendebauelement (1) ausgestrahlte Licht das Empfangsbauelement (2) durchstrahlt.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangsbauelement (2) einen lokalen Durchlassbereich (22, 7) im Bereich der Empfangsfläche (22) aufweist, durch den das vom Sendebauelement (1) ausgestrahlte Licht tritt.
6. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangsbauelement (2) direkt auf das Sendebauelement (1) montiert ist, insbesondere durch Flip-Chip Montage oder Klebung.
7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beugungsstruktur aus einem optischen Gitter (12) in Kombination mit einer refraktiven Linse/Linsenanordnung (13) oder aus einer nicht symmetrischen diffraktiven Linse (50) besteht, wobei das ausgesandte und das empfangene Licht unter unterschiedlichen Winkeln abgelenkt werden.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendebauelement (1) und

das Empfangsbauelement (2) im wesentlichen nebeneinander angeordnet sind.

- 5 9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendebauelement (1) für die Wellenlänge des ausgestrahlten Lichts und das Empfangsbauelement (2) für die Wellenlänge des empfangenen Lichts im Fokus der Beugungsstruktur (12, 50) liegt.
- 10 10. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass  
- der Lichtwellenleiter (4) eine zur Lichtwellenleiterachse (43) geneigte Stirnfäche (42) aufweist und  
15 - das Abbildungssystem (12, 13; 50) seitlich versetzt zur Lichtwellenleiterachse (43) angeordnet ist.
- 20 11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Beugungsstruktur (12) derart im Strahlengang angeordnet ist, dass das vom Sendebauelement (1) ausgestrahlte Licht zwischen Sendebauelement (1) und Beugungsstruktur (12) im wesentlichen parallel zur Lichtwellenleiterachse (43) verläuft.
- 30 12. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei der als optisches Gitter (12) in Kombination mit einer refraktiven Linse/Linsenanordnung (13) ausgebildeten Beugungsstruktur das optische Gitter (12) auf der planen Seite einer plan-konvexen Linse (13) ausgebildet oder angeordnet ist.
- 35 13. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei der als nicht symmetrische diffraktive Linse (50) ausgebildeten

Beugungsstruktur nicht zentrische Ringe unterschiedlicher Phasenbeziehung vorgesehen sind.

- 5 14. Einrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Substrat (5) mit einer ersten, einem anzukoppelnden Lichtwellenleiter (4) zugewandten Fläche (51) und einer zweiten, dazu im wesentlichen parallelen Fläche (52), wobei die Beugungsstruktur (3) an der ersten Fläche (51) ausgebildet oder angeordnet und die Kombination von 10 Sendebauelement (1) und Empfangsbauelement (2) an der zweiten Fläche (52) angeordnet ist.
- 15 15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kombination von Sendebauelement (1) und Empfangsbauelement (2) von einer Vergussmasse (15) umhüllt ist.
- 20 16. Einrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Fläche (51) des Substrats (5) mit einem Führungselement (11) zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters (4) verbunden ist.

## Zusammenfassung

Bezeichnung der Erfindung: Bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung.

- 5 Die Erfindung betrifft eine bidirektionale Sende- und Empfangseinrichtung mit einem Sendebau-  
element (1) mit einer Abstrahlfläche einer ersten Größe, das Licht einer ersten  
Wellenlänge aussendet, einem Empfangsbau-  
10 element (2) mit einer Empfangsfläche einer zweiten Größe, das Licht einer zweiten Wellenlänge empfängt, und einer Koppeloptik (3) zur Kopplung  
von Licht zwischen dem Sendebau-  
element (1) und dem Empfangsbau-  
element (2) einerseits und einem anzukoppelnden  
Lichtwellenleiter (4) andererseits. Erfindungsgemäß umfasst  
15 die Koppeloptik eine Beugungsstruktur (3), die Licht der ersten und zweiten Wellenlänge unterschiedlich fokussiert,  
und sind das Sendebau-  
element (1) und das Empfangsbau-  
element (2) neben- oder aufeinander angeordnet sind, wobei das  
Sendebau-  
20 element (1) für die ausgestrahlte Wellenlänge im Fokus (B2) der Beugungsstruktur (3) liegt und vom  
Sendebau-  
element (1) ausgestrahltes Licht der ersten  
Wellenlänge auf die Endfläche (42) des Lichtwellenleiters (4)  
abgebildet wird.

Fig. 1

FIG 1

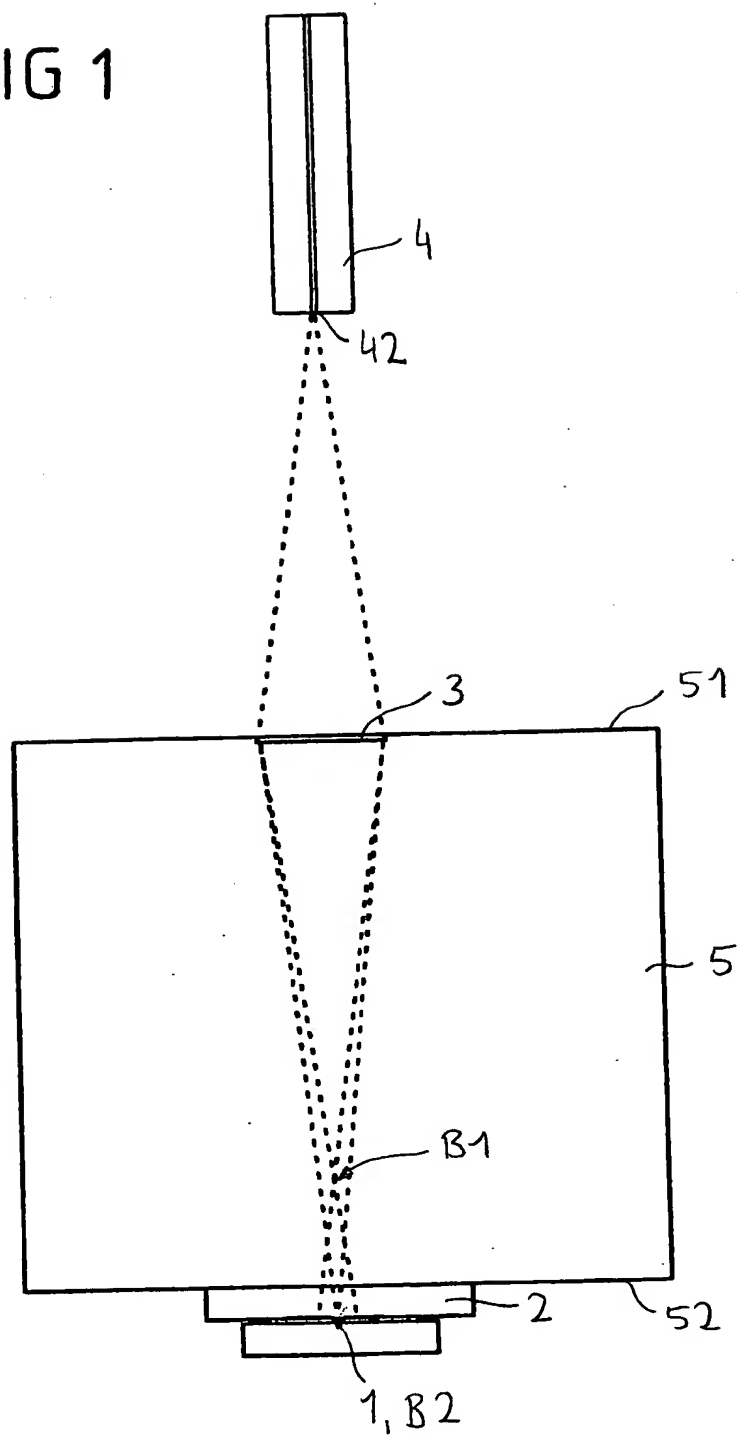


FIG 2

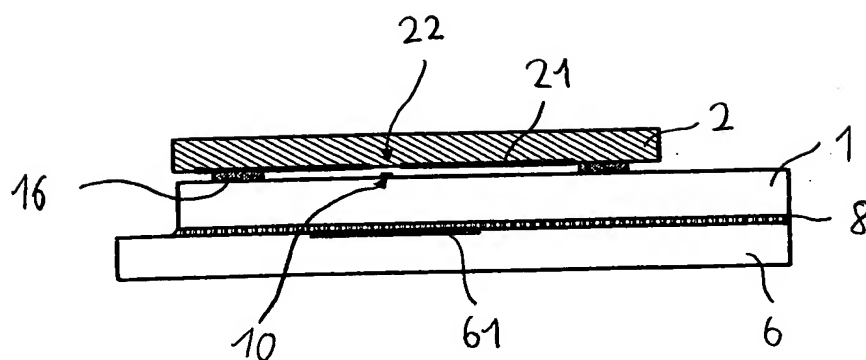


FIG 3

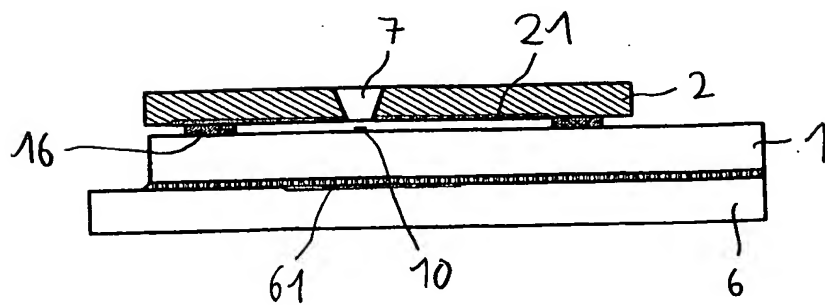


FIG 4

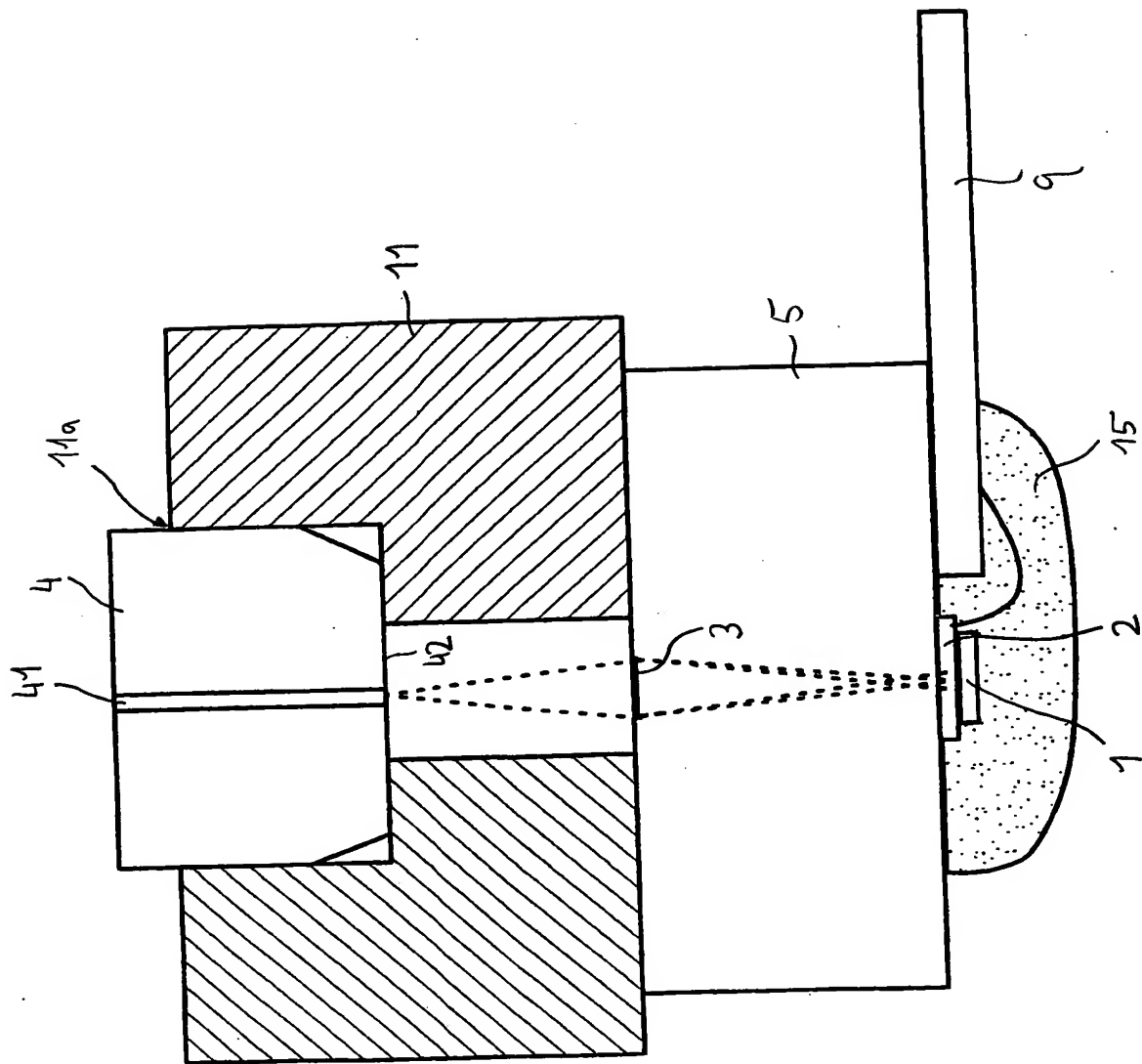


FIG 5

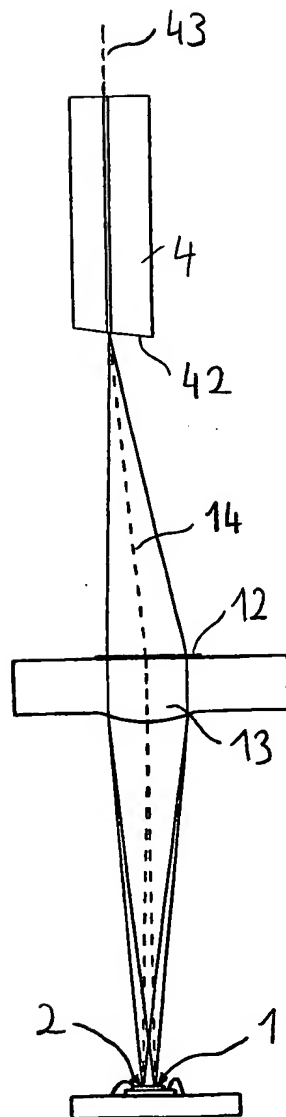
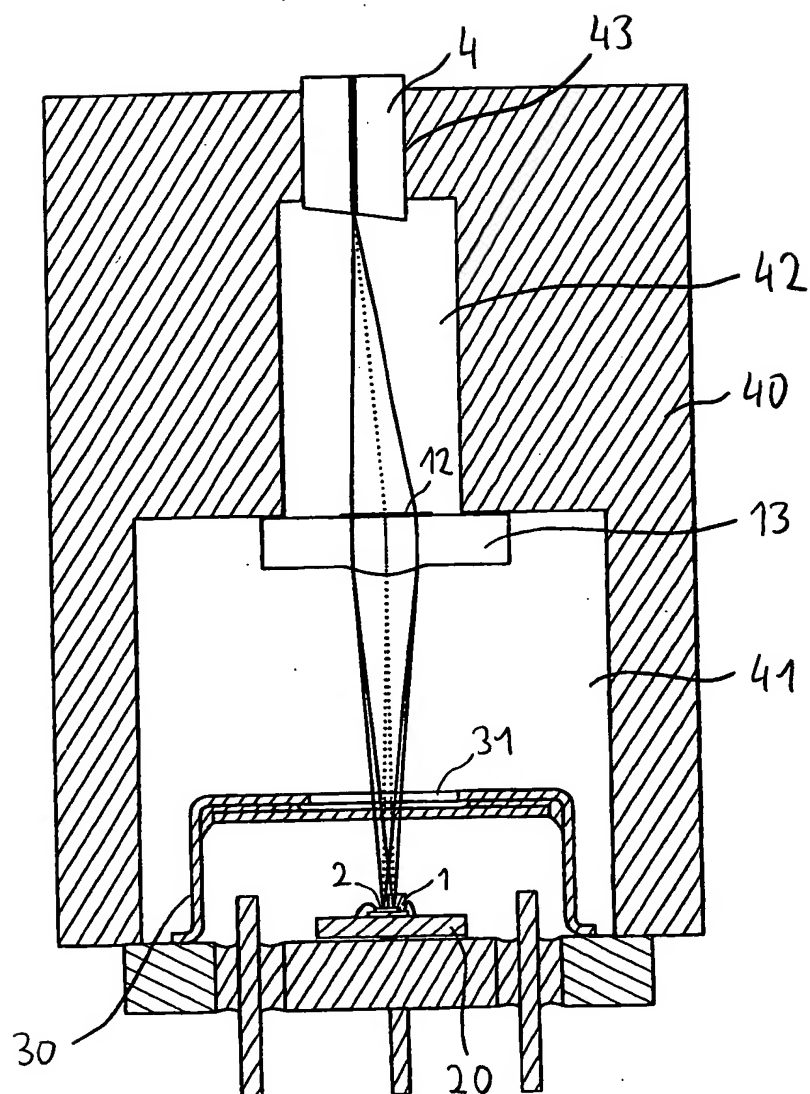


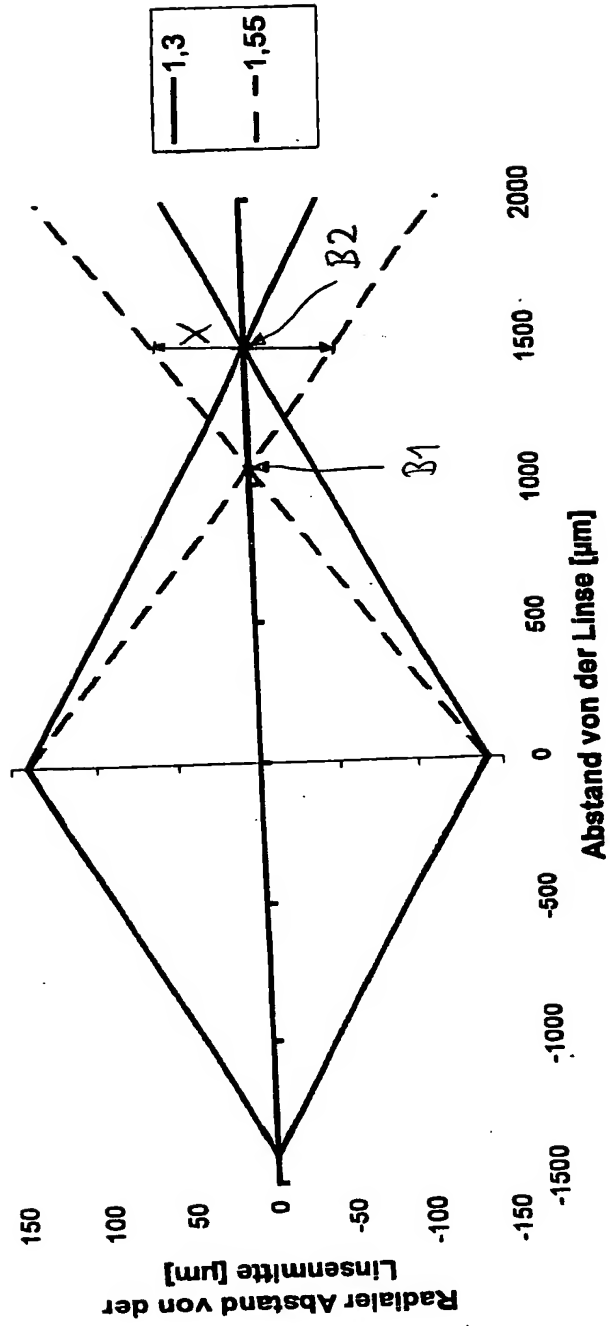


FIG 6



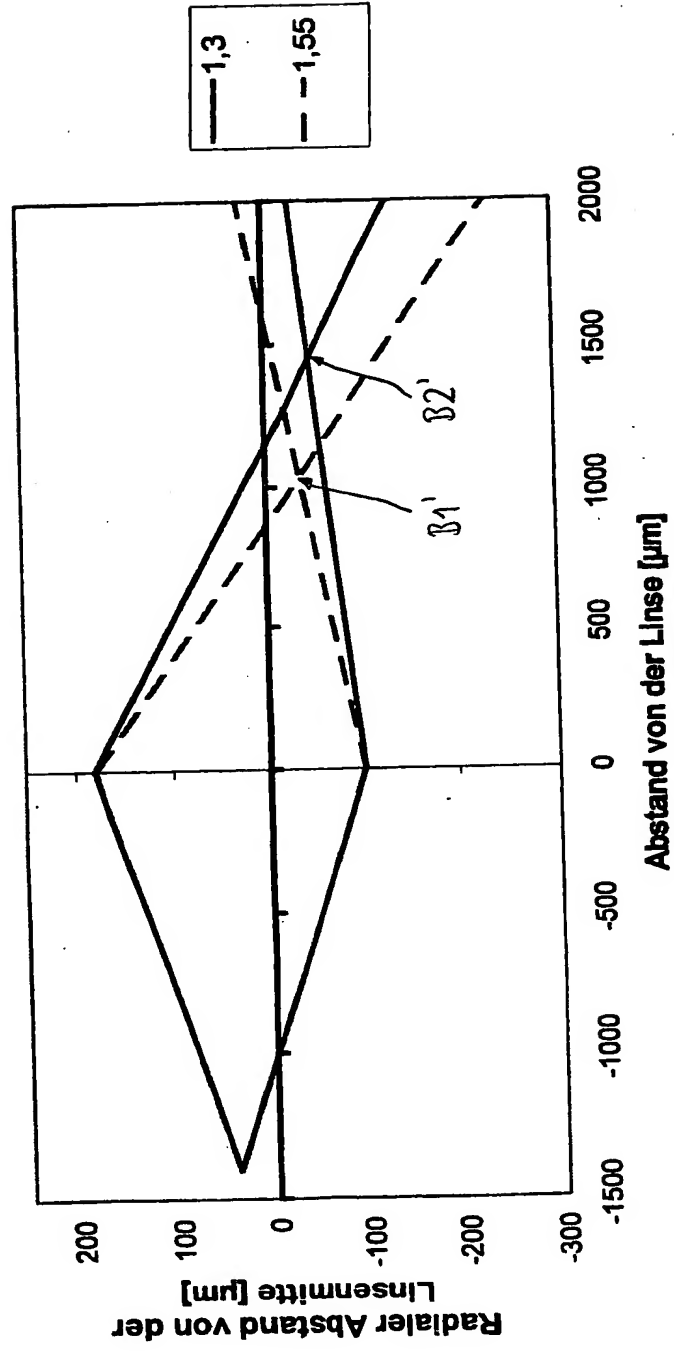
# FIG 7

## Abbildung mit Fresnel-Linse



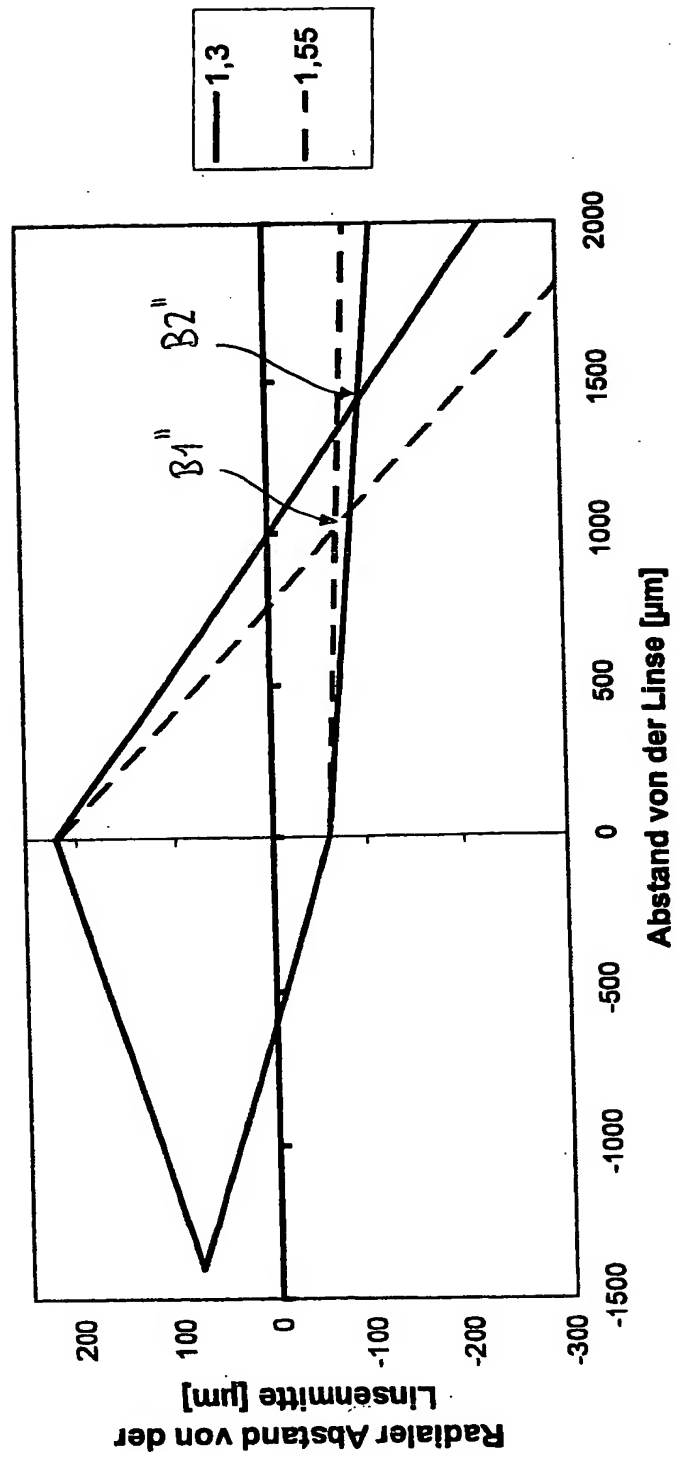
# FIG 8

## Abbildung mit Fresnel-Linse



# FIG 9

## Abbildung mit Fresnel-Linse



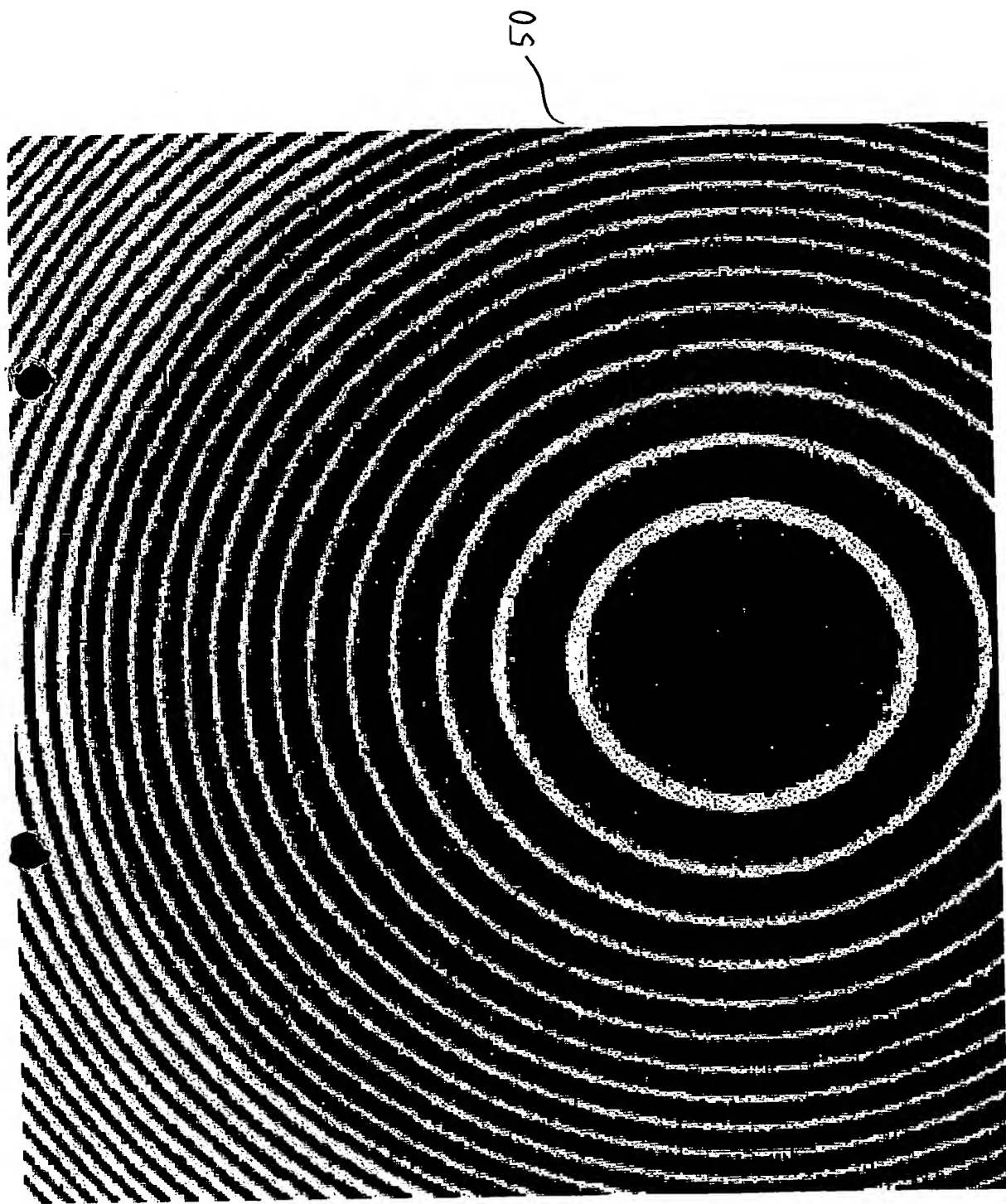


Fig. 10